

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

#2-
10/05/02
P.1a

JC879 U.S. PTO
10/051507
01/17/02

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2001年 1月17日

出 願 番 号

Application Number:

特願2001-008589

出 願 人

Applicant(s):

安藤電気株式会社

2001年12月14日

Commissioner,
Japan Patent Office

及 川 耕 造

【書類名】	特許願
【整理番号】	S00-12-19
【あて先】	特許庁長官殿
【国際特許分類】	G01J 9/00
【発明者】	

【住所又は居所】 東京都大田区蒲田4丁目19番7号 安藤電気株式会社
内

【氏名】 前田 稔

【特許出願人】

【識別番号】 000117744

【氏名又は名称】 安藤電気株式会社

【代理人】

【識別番号】 100099195

【弁理士】

【氏名又は名称】 宮越 典明

【選任した代理人】

【識別番号】 100116182

【弁理士】

【氏名又は名称】 内藤 照雄

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 030889

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【包括委任状番号】 30009752

【包括委任状番号】 0014291

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 波長モニタ

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 光入力部からの入射光を平行光に変換する光学素子と、該光学素子からの平行光が入射して該平行光を分岐する第 1 ビームスプリッタと、該第 1 ビームスプリッタで分岐された平行光をそれぞれ反射する第 1 反射器および第 2 反射器と、を備えたマイケルソン干渉計の光学系を有し、

前記光学系は、前記第 1 ビームスプリッタで合波されて射出する第 1 反射器および第 2 反射器からの反射光の波面を傾け、干渉光ビーム面内の光強度分布に干渉縞を発生させる干渉縞発生手段を有し、

前記第 1 ビームスプリッタによって合波され、入射光側と異なった方向に射出した干渉光を分岐させる第 2 ビームスプリッタと、

前記第 2 ビームスプリッタによって分岐された干渉光をそれぞれ受光する第 1 受光器および第 2 受光器と、

前記第 1 受光器の前面に配置された第 1 スリットと、

前記第 2 受光器の前面に配置された第 2 スリットと、

前記第 1 受光器および前記第 2 受光器からの光強度変化を計数処理する信号処理手段と、を有することを特徴とする波長モニタ。

【請求項 2】 光入力部からの入射光を平行光に変換する光学素子と、該光学素子からの平行光が入射して該平行光を分岐する第 1 ビームスプリッタと、該第 1 ビームスプリッタで分岐された平行光をそれぞれ反射する第 1 反射器および第 2 反射器と、前記第 1 反射器および前記第 2 反射器からの反射光を合波させる第 2 ビームスプリッタを備えたマッハツェンダー干渉計の光学系を有し、

前記光学系は、前記第 2 ビームスプリッタで合波されて射出する第 1 反射器および第 2 反射器からの反射光の波面を傾け、干渉光ビーム面内の光強度分布に干

渉縞を発生させる干渉縞発生手段を有し、

前記第 2 ビームスプリッタによって合波されて射出した干渉光を分岐させる第 3 ビームスプリッタと、

第 3 ビームスプリッタで分岐された干渉光をそれぞれ受光する第 1 受光器およ

び第 2 受光器と、

前記第 1 受光器の前面に配置された第 1 スリットと、

前記第 2 受光器の前面に配置された第 2 スリットと、

前記第 1 受光器および前記第 2 受光器からの光強度変化を計数処理する信号処理手段と、を有することを特徴とする波長モニタ。

【請求項 3】 光入力部からの入射光を平行光に変換する光学素子と、該光学素子からの平行光が入射して該平行光を分岐する第 1 ビームスプリッタと、該第 1 ビームスプリッタで分岐された平行光をそれぞれ反射する第 1 反射器および第 2 反射器と、前記第 1 反射器および前記第 2 反射器からの反射光を合波させる第 2 ビームスプリッタを備えたマッハツェンダー干渉計の光学系を有し、

前記光学系は、前記第 2 ビームスプリッタで合波されて射出する前記第 1 反射器および前記第 2 反射器からの反射光の波面を傾け、干渉光ビーム面内の光強度分布に干渉縞を発生させる干渉縞発生手段を有し、

前記第 2 ビームスプリッタによって合波され、一方に射出する干渉光を受光する第 1 受光器および他方に射出する干渉光を受光する第 2 受光器と、

前記第 1 受光器の前面に配置された第 1 スリットと、

前記第 2 受光器の前面に配置された第 2 スリットと、

前記第 1 受光器および前記第 2 受光器からの光強度変化を計数処理する信号処理手段と、を有することを特徴とする波長モニタ。

【請求項 4】 光入力部からの入射光を平行光に変換する光学素子と、該光学素子からの平行光が入射して該平行光を分岐する第 1 ビームスプリッタと、該第 1 ビームスプリッタで分岐された一方の平行光を反射する第 1 反射器と、前記第 1 反射器で反射された平行光を反射する第 2 反射器と、前記第 1 ビームスプリッタで他方に分岐された平行光と前記第 2 反射器からの反射光とを合波させる第 2 ビームスプリッタを備えたマッハツェンダー干渉計の光学系を有し、

前記光学系は、前記第 2 ビームスプリッタで合波されて射出する干渉光の波面を傾け、干渉光ビーム面内の光強度分布に干渉縞を発生させる干渉縞発生手段を有し、

前記第 2 ビームスプリッタによって合波されて射出した干渉光を分岐させる第

3 ビームスプリッタと、

前記第 3 ビームスプリッタで分岐された干渉光をそれぞれ受光する第 1 受光器および第 2 受光器と、

前記第 1 受光器の前面に配置された第 1 スリットと、

前記第 2 受光器の前面に配置された第 2 スリットと、

前記第 1 受光器および前記第 2 受光器からの光強度変化を計数処理する信号処理手段と、を有することを特徴とする波長モニタ。

【請求項 5】 光入力部からの入射光を平行光に変換する光学素子と、該光学素子からの平行光が入射して該平行光を分岐する第 1 ビームスプリッタと、該第 1 ビームスプリッタで分岐された一方の平行光を反射する第 1 反射器と、該第 1 反射器で反射された平行光を反射する第 2 反射器と、前記第 1 ビームスプリッタで他方に分岐された平行光と前記第 2 反射器からの反射光とを合波させる第 2 ビームスプリッタと、を備えたマッハツェンダー干渉計の光学系を有し、

前記光学系は、前記第 2 ビームスプリッタで合波されて射出する前記第 2 反射器からの反射光と前記第 1 ビームスプリッタの他方の分岐平行光との波面を傾け、干渉光ビーム面内の光強度分布に干渉縞を発生させる干渉縞発生手段を有し、

前記第 2 ビームスプリッタによって合波されて、一方に射出する干渉光を受光する第 1 受光器および他方に射出する干渉光を受光する第 2 受光器と、

前記第 1 受光器の前面に配置された第 1 スリットと、

前記第 2 受光器の前面に配置された第 2 スリットと、

前記第 1 受光器および前記第 2 受光器からの光強度変化を計数処理する信号処理手段と、を備えたことを特徴とする波長モニタ。

【請求項 6】 前記干渉縞発生手段は、前記第 1 反射器および／または前記第 2 反射器を傾けて構成することを特徴とする請求項 1 ～ 5 のいずれかに記載の波長モニタ。

基板を挿入して構成することを特徴とする請求項 1 ～ 5 のいずれかに記載の波長モニタ。

【請求項 8】 前記干渉縞発生手段は、前記第 1 ビームスプリッタおよび／

または前記第 2 ビームスプリッタを傾けて構成することを特徴とする請求項 2 ～ 5 に記載の波長モニタ。

【請求項 9】 前記第 1 スリットおよび／または前記第 2 スリットのスリット幅を可変にすることを特徴とする請求項 1 ～ 8 のいずれかに記載の波長モニタ。

【請求項 10】 前記第 1 スリットおよび／または前記第 2 スリットのスリット位置を可変にすることを特徴とする請求項 1 ～ 8 のいずれかに記載の波長モニタ。

【請求項 11】 受光径が干渉ビーム径より小さい前記第 1 受光器および／または前記第 2 受光器で受光し、受光器位置を可変にすることを特徴とする請求項 1 ～ 8 のいずれかに記載の波長モニタ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、例えば光計測技術分野で使用する単一モード発振で発振する光源の波長を測定する波長モニターに関するものである。

【0002】

【従来の技術】

単一モード発振する DFB-LD (Distributed FeedBack - Laser Diode) 光源や DBR-LD (Distributed Bragg Reflector - Laser Diode) 光源は、発振波長が長期的にドリフトする問題点があり、高密度波長多重 (DWDM: Dense Wavelength Division Multiplexing) システムでは、光源の波長を随時測定し、制御する必要がある。

【0003】

また、回折格子を使用した外部共振器型波長可変光源は、光学部品の波長特性意に波長を設定できる反面、外部の影響も受けやすく、特に温度変化で波長が変化してしまう。そして、DWDM システムの高密度化に伴って、光源の波長高精度化が必要となっている。

【 0 0 0 4 】

上記のような光源の波長を測定する従来の装置のなかで、最も良く使用されている装置は、光スペクトルアナライザなどの回折格子を可動機構部で回転させる分光装置である。

しかし、上記の分光装置は可動機構部があるため、装置が大型になり、かつ長期信頼性が低いなどの問題がある。そのため、可動機構部の無い小型構造で光源の波長を随時測定する各種の波長モニタが開発されている。

【 0 0 0 5 】

このなかで、DFB-LD光源の波長制御用としては、波長ロッカーと呼べる波長モニタがあり、干渉膜を使用したフィルターや回折格子などの光学部品を使用した構造である。

【 0 0 0 6 】

この波長ロッカーと呼ばれる波長モニタは、波長範囲は狭いが、機構的可動部が無い場合、信頼性が高く、小型化が可能であり、大規模なソフト処理も要らないので、DFB-LD光源などの殆ど波長可変しない光源の波長を制御するには良い。しかし、使用するフィルターなどの波長特性で波長範囲が限定されてしまう問題がある。

【 0 0 0 7 】

この問題が生じない従来の波長モニタの例としては、特願平 1 1 - 0 3 4 6 9 7 号公報に開示された「波長変化測定器」が挙げられる。以下、そのブロック構成図を図 6 に示し、図を参照して説明する。

【 0 0 0 8 】

図 6 に示すように、上記の「波長変化測定器」は、入力ファイバ 201、平行光変換用レンズ 202、第 1 分岐手段としてのビームスプリッタ 203、第 1 反射器 204 と段差 $d = \lambda_0 / 8$ のある第 2 反射器 205、第 2 分岐手段としての反射プリズム 206 及び検出器 207 などから構成される。

【 0 0 0 9 】

入力ファイバ 201 から射出して平行光に変換された測定光は、射出光軸上に配

置された第1の分岐手段としてのビームスプリッタ203に入射し、第1反射器204側と第2反射器205側に分岐される。第1反射器204と第2反射器205とは、ビームスプリッタ203で分岐された各分岐平行光の光路に垂直に配置されており、分岐平行光が同一光路で再度ビームスプリッタ203に反射するように光軸調整されている。

【0010】

そして、第2反射器205は、段差 $d = \lambda_0 / 8$ のある平面反射器であり、第2反射器205で反射して一往復すると光ビーム面の半分が $\lambda_0 / 4$ の光路差を発生する。 $(\lambda_0$ は、測定波長範囲の中心波長の値であり、例えば1550nmなどの値になる。)

第1反射器204と第2反射器205とによって反射し、ビームスプリッタ203に再度入射した平行光は、合波されて、第2の分岐手段としての反射プリズム206に照射する。

【0011】

反射プリズム206は、 $\lambda_0 / 4$ の光路差が発生している光軸面と反射プリズム206のエッジ先端面とが一致するように配置され、合波されて照射された平行光は、反射プリズム206のエッジ先端面で分岐され、分岐光軸上に配置された第1受光器207と第2受光器208とに入射する。両受光器に入射した光は、光強度に応じた電流として信号処理回路209に出力される。信号処理回路209は、両受光器からの光強度を比較演算処理し、波長データを出力する。

【0012】

通常のマイケルソン干渉計で得られる波長に対する光強度変化は、下記の数1で示される。そして、光ビーム面内のガウシアン分布を規格化した光強度は、均一な光強度となり、波長が異なるとその光強度は均一に変化する。

【0013】

$$I = [1 + \cos[4\pi * \Delta L / \lambda]] / 2$$

【 0 0 1 4 】

上記数 1 において、 I は受光器で受光される規格化された光強度、 λ は光源から入射される光の波長、 ΔL はマイケルソン干渉計の光路差である。

【 0 0 1 5 】

この構造では、第 2 反射器 205 に段差 $d = \lambda_0 / 8$ のある平面反射器を使用しているため、第 2 反射器 205 で反射して一往復すると、光ビーム面の半分が $\lambda_0 / 4$ の光路差を発生し、 $\pi / 2$ 位相差のある周期的な干渉光強度信号が得られることになる。

この $\pi / 2$ 位相差のある干渉光強度信号によって、光源の波長変化量と変化方向を求めることができる。

【 0 0 1 6 】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上述の従来の波長モニタである特願平 1 1 - 0 3 4 6 9 7 号公報に開示された「波長変化測定器」は、特殊仕様である段差 $d = \lambda_0 / 8$ のある段差ミラーが必要となるため、低コスト化には向かないものである。

さらに、段差ミラーの段差境界で回折現象が発生し、干渉光信号に歪みが発生するなどの問題がある。

【 0 0 1 7 】

本発明は、前述した問題点に鑑みてなされたものであり、その目的は、単一モードで発振する光源の波長を測定する波長モニタにおいて、特殊仕様の光学部材を使用せずに、2 本の干渉光強度信号に $\pi / 2$ の位相差を発生させ、また各光学部材を固定した後に位相差を調整できる構造を持った波長モニタを低コストで提供することである。

【 0 0 1 8 】

【要旨】

以上の課題を解決するため、請求項 1 記載の波長モニタは、入力部からの入射光を平行光に変換する光学素子と、該光学素子からの平行光が入射して該平行光を分岐する第 1 ビームスプリッタと、該第 1 ビームスプリッタで分岐された平

行光をそれぞれ反射する第1反射器および第2反射器と、を備えたマイケルソン干渉計の光学系を有し、前記光学系は、前記第1ビームスプリッタで合波されて射出する第1反射器および第2反射器からの反射光の波面を傾け、干渉光ビーム面内の光強度分布に干渉縞を発生させる干渉縞発生手段を有し、前記第1ビームスプリッタによって合波され、入射光側と異なった方向に射出した干渉光を分岐させる第2ビームスプリッタと、前記第2ビームスプリッタによって分岐された干渉光をそれぞれ受光する第1受光器および第2受光器と、前記第1受光器の前面に配置された第1スリットと、前記第2受光器の前面に配置された第2スリットと、前記第1受光器および前記第2受光器からの光強度変化を計数処理する信号処理手段と、を有することを特徴とする。

【0019】

請求項2記載の波長モニタは、光入力部からの入射光を平行光に変換する光学素子と、該光学素子からの平行光が入射して該平行光を分岐する第1ビームスプリッタと、該第1ビームスプリッタで分岐された平行光をそれぞれ反射する第1反射器および第2反射器と、前記第1反射器および前記第2反射器からの反射光を合波させる第2ビームスプリッタを備えたマッハツェンダー干渉計の光学系を有し、前記光学系は、前記第2ビームスプリッタで合波されて射出する第1反射器および第2反射器からの反射光の波面を傾け、干渉光ビーム面内の光強度分布に干渉縞を発生させる干渉縞発生手段を有し、前記第2ビームスプリッタによって合波されて射出した干渉光を分岐させる第3ビームスプリッタと、第3ビームスプリッタで分岐された干渉光をそれぞれ受光する第1受光器および第2受光器と、前記第1受光器の前面に配置された第1スリットと、前記第2受光器の前面に配置された第2スリットと、前記第1受光器および前記第2受光器からの光強度変化を計数処理する信号処理手段と、を有することを特徴とする。

【0020】

請求項3記載の波長モニタは、光入力部からの入射光を平行光に変換する光学素子と、該光学素子からの平行光が入射して該平行光を分岐する第1ビームスプリッタと、該第1ビームスプリッタで分岐された平行光をそれぞれ反射する第1反射器および第2反射器と、前記第1反射器および前記第2反射器からの反射光

を合波させる第2ビームスプリッタを備えたマッハツェンダー干渉計の光学系を有し、前記光学系は、前記第2ビームスプリッタで合波されて射出する前記第1反射器および前記第2反射器からの反射光の波面を傾け、干渉光ビーム面内の光強度分布に干渉縞を発生させる干渉縞発生手段を有し、前記第2ビームスプリッタによって合波され、一方に射出する干渉光を受光する第1受光器および他方に射出する干渉光を受光する第2受光器と、前記第1受光器の前面に配置された第1スリットと、前記第2受光器の前面に配置された第2スリットと、前記第1受光器および前記第2受光器からの光強度変化を計数処理する信号処理手段と、を有することを特徴とする。

【 0 0 2 1 】

請求項4記載の波長モニタは、光入力部からの入射光を平行光に変換する光学素子と、該光学素子からの平行光が入射して該平行光を分岐する第1ビームスプリッタと、該第1ビームスプリッタで分岐された一方の平行光を反射する第1反射器と、前記第1反射器で反射された平行光を反射する第2反射器と、前記第1ビームスプリッタで他方に分岐された平行光と前記第2反射器からの反射光とを合波させる第2ビームスプリッタを備えたマッハツェンダー干渉計の光学系を有し、前記光学系は、前記第2ビームスプリッタで合波されて射出する第2反射器からの反射光と第1ビームスプリッタの他方の分岐平行光との波面を傾け、干渉光ビーム面内の光強度分布に干渉縞を発生させる干渉縞発生手段を有し、前記第2ビームスプリッタによって合波されて射出した干渉光を分岐させる第3ビームスプリッタと、前記第3ビームスプリッタで分岐された干渉光をそれぞれ受光する第1受光器および第2受光器と、前記第1受光器の前面に配置された第1スリットと、前記第2受光器の前面に配置された第2スリットと、前記第1受光器および前記第2受光器からの光強度変化を計数処理する信号処理手段と、を有することを特徴とする。

請求項5記載の波長モニタは、光入力部からの入射光を平行光に変換する光学素子と、該光学素子からの平行光が入射して該平行光を分岐する第1ビームスプリッタと、該第1ビームスプリッタで分岐された一方の平行光を反射する第1反

射器と、該第 1 反射器で反射された平行光を反射する第 2 反射器と、前記第 1 ビームスプリッタで他方に分岐された平行光と前記第 2 反射器からの反射光とを合波させる第 2 ビームスプリッタと、を備えたマッハツェンダー干渉計の光学系を有し、前記光学系は、前記第 2 ビームスプリッタで合波されて射出する前記第 2 反射器からの反射光と前記第 1 ビームスプリッタの他方の分岐平行光との波面を傾け、干渉光ビーム面内の光強度分布に干渉縞を発生させる干渉縞発生手段を有し、前記第 2 ビームスプリッタによって合波されて、一方に射出する干渉光を受光する第 1 受光器および他方に射出する干渉光を受光する第 2 受光器と、前記第 1 受光器の前面に配置された第 1 スリットと、前記第 2 受光器の前面に配置された第 2 スリットと、前記第 1 受光器および前記第 2 受光器からの光強度変化を計数処理する信号処理手段と、を備えたことを特徴とする。

【 0 0 2 3 】

上述の特徴を有する請求項 1 ～ 5 の記載の波長モニタによれば、干渉光ビーム面内に干渉縞を発生させる手段によって、位相差のある干渉光強度信号を得るので、従来の波長モニタにて用いられていた特殊仕様の反射器（段差ミラー）が必要なくなり、部品の統一によるコスト低減が可能となる。

また、干渉縞の間隔より狭いスリットを受光器の前に配置して受光することで、干渉光強度の理想的な光強度変化に近い特性が得られる。

また、請求項 2 ～ 5 記載の波長モニタは、両反射器からの反射光が入力部側に戻らないので、入力部への悪影響を避けることができる。

また、請求項 3 および 5 記載の波長モニタは、第 3 ビームスプリッタを無くすことができ、低コスト化と小型化が図れる。

【 0 0 2 4 】

また、前記干渉縞発生手段を、前記第 1 反射器および／または前記第 2 反射器を傾けて構成する（請求項 6）。または、前記光学系の一方の光路にウエッジ基

礎を設け、前記干渉縞発生手段を構成する（請求項 7）。

または前記第 2 ビームスプリッタを傾けて構成する（請求項 8）。

これにより、干渉させる反射光の波面の傾き量を調整することができる構成であるため、波長モニタが対応可能な波長帯が自由に設定できる。

【 0 0 2 5 】

また、前記第 1 スリットおよび／または前記第 2 スリットのスリット幅を可変にする（請求項 9）。または、前記第 1 スリットおよび／または前記第 2 スリットのスリット位置を可変にする（請求項 1 0）。さらに、受光径が干渉ビーム径より小さい前記第 1 受光器および／または前記第 2 受光器で受光し、受光器位置を可変にする（請求項 1 1）。

これにより、スリット位置を調整すると、ある程度、任意の光強度が得られる。また、波長モニタを構成する各部材を固定した後、各受光器の前に配置したスリットの幅および位置の調整で、理想的な位相差を持った干渉光電気信号を得られる。

【 0 0 2 6 】

【発明の実施の形態】

以下に、本発明に係る波長モニタの第 1 ～第 5 の実施形態を、図 1 ～図 5 に基づいて説明する。

（第 1 の実施形態）

図 1 は第 1 の実施形態に係る波長モニタ 10 を示す構成図である。

図 1 に示すように、この波長モニタ 10 は、入力ファイバ（光入力部）101 からの入射光を平行光に変換する平行光変換用のレンズ（光学素子）102、光学素子 102 からの平行光を入射して分岐する第 1 ビームスプリッタ 103 と、第 1 ビームスプリッタ 103 で分岐された平行光をそれぞれ反射する第 1 反射器 104 および第 2 反射器 105 と、を備えたマイケルソン干渉計の光学系 11 を有している。

この光学系 11 は、第 1 ビームスプリッタ 103 で合波されて射出する第 1 反射器 104 および第 2 反射器 105 からの反射光の波面を傾け、干渉光ビーム面内の光強度分布に干渉縞を発生させる干渉縞発生手段 12 として、第 1 反射器 104 および／または第 2 反射器 105 を傾けて構成する。

、受光器 109 と第 2 受光器 110 か、図示しない光学ベース板上に固定配置されていて、その第 1 受光器 109 と第 2 受光器 110 からの信号を処理する信号処理回路（信号処理手段）111 を有して構成される。

【 0 0 2 7 】

次に、第 1 の実施形態の機能・動作について以下説明する。

入力ファイバ101は、図示しない光源からの光を導いて、ファイバ端面から光を射出する。レンズ102は、入力ファイバ101の射出光軸上に配置され、ファイバ端面から射出される光を平行光に変換する。

【 0 0 2 8 】

レンズ102により平行光に変換された射出光は、射出光軸上に配置された第 1 ビームスプリッタ103に入射する。第 1 ビームスプリッタ103は、入射された平行光を第 1 反射器104側と第 2 反射器105側に分岐する。

【 0 0 2 9 】

第 1 反射器104は、第 1 ビームスプリッタ103で分岐された一方の平行光の光路に配置され、入射された平行光を再度第 1 ビームスプリッタ103に入射するように反射する。

【 0 0 3 0 】

第 2 反射器105は、第 1 ビームスプリッタ103で分岐された他方の平行光の光路に配置され、入射された平行光を再度第 1 ビームスプリッタ103に入射するように反射する。

【 0 0 3 1 】

第 1 反射器104と第 2 反射器105で反射され、第 1 ビームスプリッタ103に再度入射した反射平行光は、第 1 ビームスプリッタ103で合波され、入力ファイバ101側端面と入力ファイバ101側とは異なる端面側に射出する。しかし、入力ファイバ101側端面と入力ファイバ101側とは異なる端面側に射出する光強度は、反転した特性となる。

【 0 0 3 2 】

そして、第 1 ビームスプリッタ103で合波される第 1 反射器104からの反射光の

【 0 0 3 3 】

入力ファイバ101側とは異なる端面側には、射出光軸上に第 2 ビームスプリッタ106を配置する。第 2 ビームスプリッタ106は、入射された干渉光を第 1 受光器

109側と第2受光器110側に分岐する。

【0034】

この第2ビームスプリッタ106で分岐された一方の干渉光は、分岐光軸上に配置された第1スリット107を通過して、第1受光器109に入射する。同様に、他方に分岐された干渉光は、分岐光軸上に配置された第2スリット108を通過して、第2受光器110に入射する。

【0035】

なお、図1においては、受光器に平行光を直接入射させる構成としたが、図示しない他のレンズで平行光を集光して受光器に受光しても良いことは明らかである。

【0036】

第1受光器109と第2受光器110は、例えば、フォトダイオード等からなり、光を電気信号に変換して、光の光強度に応じた電流を出力する。

【0037】

信号処理回路111は、第1受光器109と第2受光器110からの光強度に比例した電気信号を比較演算処理し、入力光の波長を求め、波長データを出力する。

【0038】

しかし、第1ビームスプリッタ103で合波される第1反射器104からの反射光の光軸と第2反射器105からの反射光の光軸は、傾いた状態に調整して構成される（干渉縞発生手段12）。そのため、両反射平行光の波面が傾いた状態になり、干渉光ビーム面内の光強度は、前述の数1に示される均一な光強度にはならず、直線状の干渉縞が発生する。

【0039】

そして、干渉縞が狭い干渉光ビーム全部を受光器で受光すると、波長を変化させても数1で示される光強度変化は得られない。

さらに、両反射平行光の波面の傾ける角度を大きくすると干渉縞の間隔が狭くなり、反対に傾ける角度を小さくすると干渉縞の間隔が広がる。最終的に波面の傾ける角度が無くなる（平行になる）と、均一な光強度となる。

【 0 0 4 0 】

しかし、干渉光ビーム面内に干渉縞が有っても、干渉縞の間隔より狭いスリットを受光器の前に配置して受光することで、数 1 で示される光強度変化に近い光強度特性が得られるようになる。また、受光器前に配置したスリット位置を調整すると、ある程度任意の光強度が得られる。

【 0 0 4 1 】

そのため、第 1 受光器 109 と第 2 受光器 110 の前に配置した第 1 スリット 107 と第 2 スリット 108 の位置を調整することで、両受光器から出力される干渉光強度信号の位相差を調整することが可能になる。

【 0 0 4 2 】

この第 1 の実施形態によれば、各光学素子を固定して得られる第 1 受光器 109 と第 2 受光器 110 からの光強度信号の位相差を受光器の前に配置したスリットの幅および位置の調整で、理想的な位相差を持った干渉光強度信号を得られる効果がある。

【 0 0 4 3 】

また、従来の波長モニタで使用されていた高価な特殊仕様の段差ミラーを使用する必要がないため、低コスト化が可能となる。そして、段差ミラーの段差境界で発生する回折現象は、本実施形態では構造上発生しないため、干渉光信号に歪みが発生するなどの問題もなくなる。

【 0 0 4 4 】

(第 2 の実施形態)

図 2 は第 2 の実施形態に係る波長モニタ 20 を示す構成図である。なお図 2 において、前述した図 1 と同一部品には同一符号を付す。

【 0 0 4 5 】

図 2 に示すように、本実施形態の波長モニタ 20 は、入力ファイバ（光入力部）の平行光を入射して分岐する第 1 ビームスプリッタ 103 と、分岐された平行光をそれぞれ反射する第 1 反射器 104 および第 2 反射器 105 と、反射光を合波させる第 2 ビームスプリッタ 106 とを備えたマッハツェンダー干渉計の光学系 21 を有して

いる。

この光学系21は、第2ビームスプリッタ106で合波されて射出する第1反射器104および第2反射器105からの反射光の波面を傾け、干渉光ビーム面内の光強度分布に干渉縞を発生させる干渉縞発生手段22として、第1反射器104および／または第2反射器105を傾けて構成するか、あるいは、第1ビームスプリッタ103および／または第2ビームスプリッタ106を傾けて構成する。

さらに、第3ビームスプリッタ112、第1スリット107と第2スリット108、第1受光器109と第2受光器110とが、図示しない光学ベース台上に固定配置されていて、その第1受光器109と第2受光器110からの信号を処理する信号処理回路（信号処理手段）111を有して構成される。

【0046】

次に、第2の実施形態の機能・動作について以下説明する。

第1反射器104は、第1ビームスプリッタ103で分岐された一方の平行光の光路に配置され、入射された平行光を第2ビームスプリッタ106に入射するように反射する。

【0047】

第2反射器105は、第1ビームスプリッタ103で分岐された他方の平行光の光路に配置され、入射された平行光を第2ビームスプリッタ106に入射するように反射する。

【0048】

第1反射器104と第2反射器105で反射され、第2ビームスプリッタ106に入射した反射平行光は合波され、両入射端面とは異なる両端面に射出する。

【0049】

そして、第2ビームスプリッタ106で合波される第1反射器104からの反射光の光軸と第2反射器105からの反射光の光軸は、僅かに傾いた状態に調整して構成

される。

スプリッタで行う方法が考えられ、どちらでも良い。

【0050】

第2ビームスプリッタ106の射出端面の一方の射出光軸上に第3ビームスプリ

ッタ112を配置する。第2ビームスプリッタ106の両射出端面から射出する光強度は、反転した特性であるが、第3ビームスプリッタ112はどちらの射出端面側にあっても良い。第3ビームスプリッタ112は、入射された干渉光を第1受光器109側と第2受光器110側に分岐する。

【0051】

この第3ビームスプリッタ112で分岐された一方の干渉光は、分岐光軸上に配置された第1スリット107を通過して、第1受光器109に入射する。同様に他方に分岐された干渉光は、分岐光軸上に配置された第2スリット108を通過して、第2受光器110に入射する。以降、第1の実施形態と同様な動作が行われる。

【0052】

この第2の実施形態によれば、第1の実施形態の効果に加えて、第1反射器104と第2反射器105からの反射光が入力ファイバ101側へ反射しないので、入力部への悪影響を避けることができる。

また、この構造の干渉計では、光路差が小さく、FSRの広い波長特性の波長モニタが得られる。

【0053】

(第3の実施形態)

図3は第3実施形態に係る波長モニタ30を示す構成図である。なお図3において、前述した図1、2と同一部品には同一符号を付す。

【0054】

図3に示すように、本実施形態の波長モニタ30は、入力ファイバ（光入力部）101からの入射光を平行光に変換する平行光変換用のレンズ（光学素子）102と、平行光を入射して分岐する第1ビームスプリッタ103と、第1ビームスプリッタ103で分岐された平行光をそれぞれ反射する第1反射器104および第2反射器105と、これらの反射光を合波させる第2ビームスプリッタ106を備えたマッハツェン

この光学系31は、第2ビームスプリッタ106で合波されて射出する第1反射器104および第2反射器105からの反射光の波面を傾け、干渉光ビーム面内の光強度分布に干渉縞を発生させる干渉縞発生手段32として、第1反射器104および／ま

たは第2反射器105を傾けて構成するか、あるいは、第1ビームスプリッタ103および／または第2ビームスプリッタ106を傾けて構成する。

さらに、第1スリット107と第2スリット108、第1受光器109と第2受光器110とが、図示しない光学ベース台上に固定配置されていて、その第1受光器109と第2受光器110からの信号を処理する信号処理回路（信号処理手段）111を有して構成される。

【0055】

次に、第3の実施形態の機能・動作について以下説明する。

第2ビームスプリッタ106で合波されるまでは、第2の実施形態と同様である。

第2ビームスプリッタ106は、第1反射器104と第2反射器105とから入射した平行光を合波するとともに、両入射端面とは異なる両端面に分岐射出する。

【0056】

この第2ビームスプリッタ106で分岐された一方の干渉光は、分岐光軸上に配置された第1スリット107を通過して、第1受光器109に入射する。同様に他方に分岐された干渉光は、分岐光軸上に配置された第2スリット108を通過して、第2受光器110に入射する。しかし、第2ビームスプリッタ106の両射出端面から射出する光強度は、反転した特性となる。

【0057】

以降、第2の実施形態と同様な動作が行われる。

しかし、第2ビームスプリッタ106の射出光軸上に配置された第1スプリッタと第2スプリッタの位置は、前記した第2実施形態の第3ビームスプリッタ112の射出光軸上の位置とは異なる。

【0058】

第3の実施形態によれば、第2の実施形態の第3ビームスプリッタ112を無く

【0059】

（第4の実施形態）

図4は第4の実施形態に係る波長モニタ10を示す構成図である。なお図1にお

いて、前述した図 1 ～ 3 と同一部品には同一符号を付す。

【 0 0 6 0 】

図 4 に示すように、本実施形態の波長モニタ 40 は、入力ファイバ（光入力部）101 からの入射光を平行光に変換する平行光変換用のレンズ（光学素子）102 からの平行光が入射して分岐する第 1 ビームスプリッタ 103 と、第 1 ビームスプリッタ 103 で分岐された一方の平行光を反射する第 1 反射器 104 と、第 1 反射器 104 で反射された平行光を反射する第 2 反射器 105 と、第 1 ビームスプリッタ 103 で他方に分岐された平行光と第 2 反射器 105 からの反射光とを合波させる第 2 ビームスプリッタ 106 を備えたマッハツェンダー干渉計の光学系 41 を有している。

この光学系 41 は、第 2 ビームスプリッタ 106 で合波されて射出する第 2 反射器 105 からの反射光と第 1 ビームスプリッタ 103 の他方の分岐平行光との波面を傾け、干渉光ビーム面内の光強度分布に干渉縞を発生させる干渉縞発生手段として、第 1 反射器 104 および／または第 2 反射器 105 を傾けて構成するか、あるいは、第 1 ビームスプリッタ 103 および／または第 2 ビームスプリッタ 106 を傾けて構成する。

さらに、第 3 ビームスプリッタ 112、第 1 スリット 107 と第 2 スリット 108、第 1 受光器 109 と第 2 受光器 110 とが、図示しない光学ベース台上に固定配置されていて、その第 1 受光器 109 と第 2 受光器 110 からの信号を処理する信号処理回路（信号処理手段）111 を有して構成される。

【 0 0 6 1 】

次に、第 4 の実施形態の機能・動作について以下説明する。

第 1 反射器 104 は、第 1 ビームスプリッタ 103 で分岐された一方の平行光の光軸上に配置され、入射された平行光を第 2 反射器 105 側に反射する。

【 0 0 6 2 】

第 2 反射器 105 は、第 1 反射器 104 で反射した平行光の光軸上に配置され、入射

【 0 0 6 3 】

第 1 ビームスプリッタ 103 で分岐された他方の平行光と第 2 反射器 105 で反射された平行光は、第 2 ビームスプリッタ 106 に入射して合波され、両入射端面とは

異なる両端面に射出する。

【 0 0 6 4 】

第 2 ビームスプリッタ 106 の射出端面の一方の射出光軸上に第 3 ビームスプリッタ 112 を配置する。第 2 ビームスプリッタ 106 の両射出端面から射出する光強度は、反転した特性であるが、第 3 ビームスプリッタ 112 はどちらの射出端面側にあっても良い。

以降、前記第 3 の実施形態と同様な動作が行われる。

【 0 0 6 5 】

この第 4 の実施形態によれば、第 2 の実施形態と同様に第 1 反射器 104 と第 2 反射器 105 とからの反射光が入力ファイバ 101 側へ反射しないので、入力部への悪影響を避けることができる。また、この構造の干渉計では、光路差が大きくでき、FSR の狭い波長特性の波長モニタが得られる。

【 0 0 6 6 】

(第 5 の実施形態)

図 5 は第 5 の実施形態に係る波長モニタ 50 を示す構成図である。なお図 5 において、前述した図 1 ～図 4 と同一部品には同一符号を付す。

【 0 0 6 7 】

図 5 に示すように、本実施形態の波長モニタ 50 は、入力ファイバ（光入力部）101 からの入射光を平行光に変換する平行光変換用のレンズ（光学素子）102 と、光学素子 102 からの平行光が入射して分岐する第 1 ビームスプリッタ 103 と、第 1 ビームスプリッタ 103 で分岐された一方の平行光を反射する第 1 反射器 104 と、第 1 反射器 104 で反射された平行光を反射する第 2 反射器 105 と、第 1 ビームスプリッタ 103 で他方に分岐された平行光と第 2 反射器 105 からの反射光とを合波させる第 2 ビームスプリッタ 106 と、を備えたマッハツェンダー干渉計の光学系 51 を有している。

第 2 ビームスプリッタ 106 からの反射光と第 1 ビームスプリッタ 103 の他方の分岐平行光との波面を傾け、干渉光ビーム面内の光強度分布に干渉縞を発生させる干渉縞発生手段 52 として、第 1 反射器 104 および／または第 2 反射器 105 を傾けて構成するか、あるいは、

第 1 ビームスプリッタ 103 および／または第 2 ビームスプリッタ 106 を傾けて構成する。

さらに、第 1 スリット 107 と第 2 スリット 108、第 1 受光器 109 と第 2 受光器 110 とが、図示しない光学ベース台上に固定配置されていて、その第 1 受光器 109 と第 2 受光器 110 からの信号を処理する信号処理回路 111 (信号処理手段) 111 を有して構成される。

【 0 0 6 8 】

次に、第 5 の実施形態の機能・動作について以下説明する。

第 2 ビームスプリッタ 106 で合波されるまでは、第 4 の実施形態と同様である。

第 2 ビームスプリッタ 106 は、第 1 ビームスプリッタ 103 で分岐された他方の平行光と第 2 反射器 105 から反射した平行光を合波するとともに、両入射端面とは異なる両端面に分岐射出する。

以降、前記第 3 の実施形態と同様な動作が行われる。

【 0 0 6 9 】

第 5 の実施形態によれば、第 4 の実施形態の第 3 ビームスプリッタ 112 を無くすことができ、低コスト化と小型化が図れる。

【 0 0 7 0 】

以上詳述した第 1 ～ 5 の実施の形態において、第 1 の実施形態の第 2 ビームスプリッタ 106、および第 2 の実施形態と第 4 の実施形態の第 3 ビームスプリッタ 1

12 は、従来の技術である特開平 1 1 - 0 3 4 6 9 7 号公報の「波長変化測定装置」で示している反射プリズム 206 (図 6 参照) を使用しても良い。また、その反射プリズム 206 の使用法は、同特開平 1 1 - 0 3 4 6 9 7 号公報における両側に反射させる方法の他に、ビーム径の半分のみを反射させる方法でも良いことは明らかである。

対しもう片側の面が角度をもったくさび形のガラス板等) を挿入して構成しても良い。

【 0 0 7 1 】

【発明の効果】

以上詳述したように、本発明に係る波長モニタは、各部材を固定した後、各受光器の前に配置したスリットの幅および位置の調整を行うことで、理想的な位相差を持った干渉光強度信号を得られる効果がある。

また、従来の波長モニタで用いられていた特殊仕様の段差ミラーを使用する必要がなくなり、低コスト化が可能となる。そして、段差ミラーの段差境界で回折現象も発生しなくなるので、干渉光信号に歪みが発生するなどの問題もなくなる。

さらに、請求項 2 から請求項 5 に係る波長モニタは、第 1 反射器と第 2 反射器からの反射光が入力ファイバ側へ反射しないので、入力部への悪影響を避けることができる。

また、請求項 3 および請求項 5 に係る波長モニタは、部品点数の減少による低コスト化と小型化が得られる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の第 1 の実施形態に係る波長モニタを示す構成図である。

【図 2】

本発明の第 2 の実施形態に係る波長モニタを示す構成図である。

【図 3】

本発明の第 3 の実施形態に係る波長モニタを示す構成図である。

【図 4】

本発明の第 4 の実施形態に係る波長モニタを示す構成図である。

【図 5】

本発明の第 5 の実施形態に係る波長モニタを示す構成図である。

【図 6】

図である

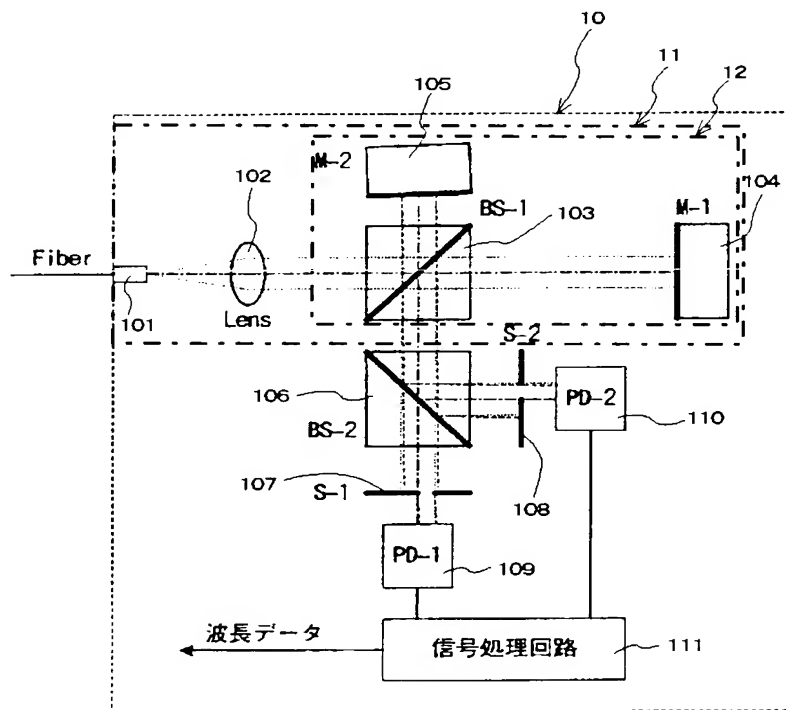
【符号の説明】

10、20、30、40、50 波長モニタ

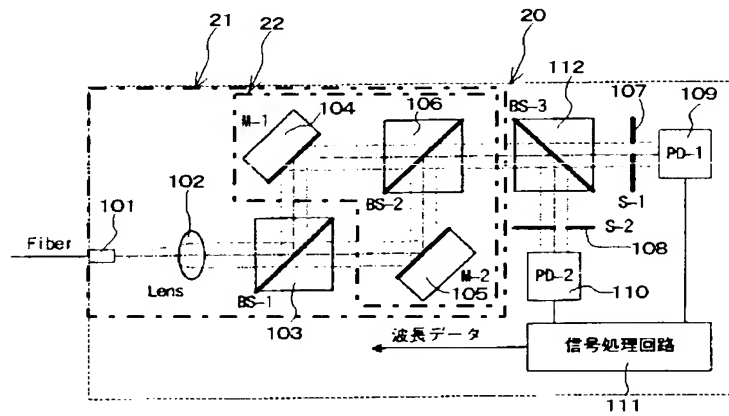
- 11, 21, 31, 41, 51 光学系
- 12, 22, 32, 42, 52 干渉縞発生手段
- 101 入力ファイバ（光入力部）
- 102 レンズ（光学素子）
- 103 第1ビームスプリッタ（B S - 1）
- 106 第2ビームスプリッタ（B S - 2）
- 104 第1反射器（M - 1）
- 105 第2反射器（M - 2）
- 107 第1スリット（S - 1）
- 108 第2スリット（S - 2）
- 109 第1受光器（P D - 1）
- 110 第2受光器（P D - 2）
- 111 信号処理回路（信号処理手段）
- 112 第3ビームスプリッタ（B S - 2）

【書類名】 図面

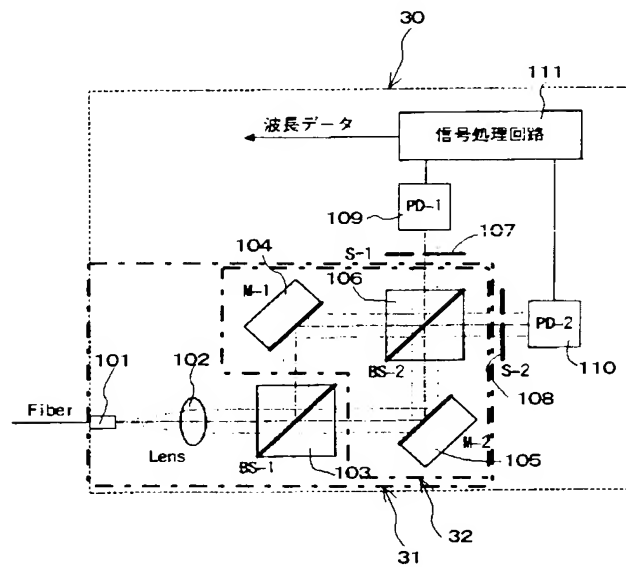
【図 1】



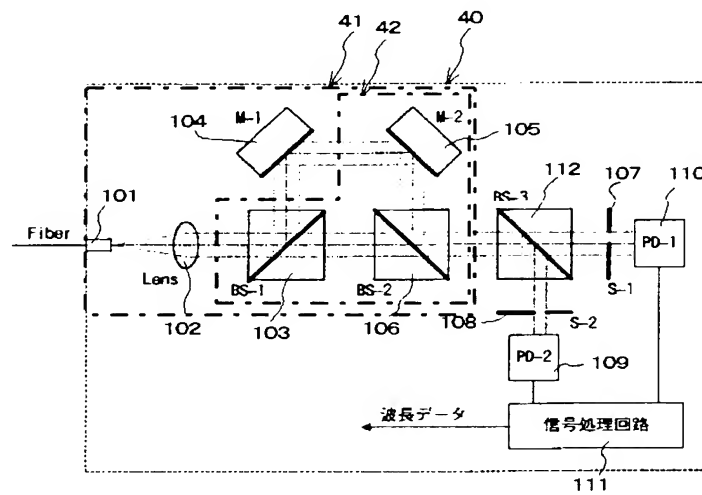
【図 2】



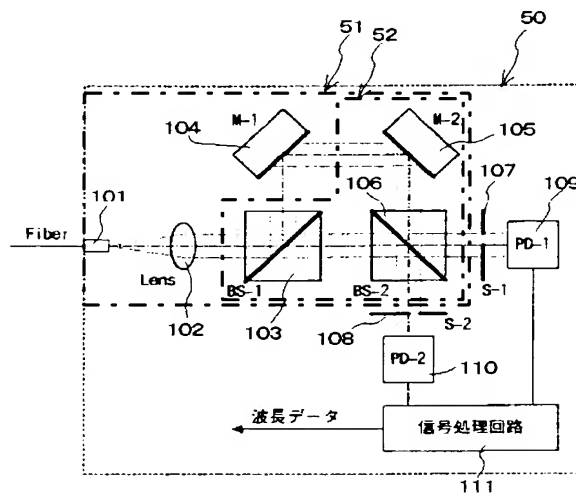
【図 3】



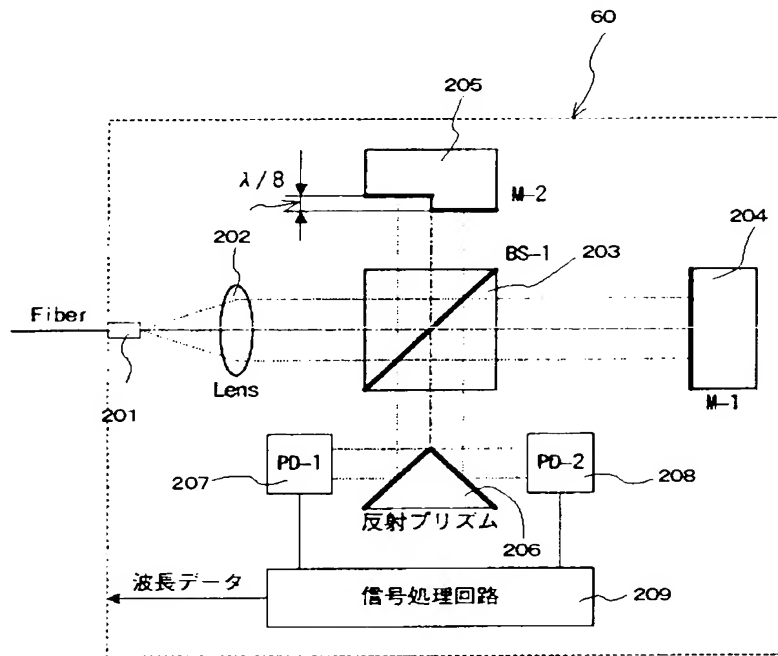
【図 4】



【図 5】



【図 6】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 単一モードで発振する光源の波長を測定する波長モニタにおいて、特殊仕様の光学部材を使用せずに、2本の干渉光強度信号に $\pi/2$ の位相差を発生させ、また各光学部材を固定した後に位相差を調整できる構造を持った波長モニタを低コストで提供する。

【解決手段】 光源からの光が入力する空間光型のマイケルソン干渉計（またはマッハツェンダー干渉計）の光学系11を使用した波長モニタ10において、干渉する平行光の波面を傾けて、干渉光ビーム径内の光強度分布に干渉縞を発生させる干渉縞発生手段12と、干渉光が分岐されて受光する第1受光器109と第2受光器110の前に配置され、位置調整可能な第1スリット107と第2スリット108と、第1受光器109と第2受光器110からの干渉光強度変化を計数演算処理して入力光の波長データ信号を出力する信号処理手段111とを有する。

【選択図】 図1

認定・付加情報

特許出願の番号	特願2001-008589
受付番号	50100055820
書類名	特許願
担当官	第一担当上席 0090
作成日	平成13年 1月18日

<認定情報・付加情報>

【提出日】 平成13年 1月17日

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000117744]

1. 変更年月日 1990年 8月10日
[変更理由] 新規登録
住 所 東京都大田区蒲田4丁目19番7号
氏 名 安藤電気株式会社
2. 変更年月日 2001年 4月13日
[変更理由] 住所変更
住 所 東京都大田区蒲田五丁目29番3号
氏 名 安藤電気株式会社